

УДК 004.942, 378.147.39

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ В УЧЕБНОЙ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ

*Курлапов Д. В., Волос И. Н., Терещенко Р. В.*

**Введение.** Актуальность данной темы обусловлена указанием Президента РФ о стратегическом развитии цифровой экономики в России и создании свода правил по информационному моделированию в строительстве. Объектом исследования стало развитие технологии BIM-строительства как нового способа ведения строительства и как создание новой точки в образовательном процессе по подготовке кадров в высших учебных заведениях России.

В последнее время тенденции развития новых технологий не стоят на месте, а идут большими скачками вперед, что приводит к тому, что выпускники строительных вузов становятся неактуальны на рынке потребителя за счет введения новых технологий, о которых им никто не рассказывал за время обучения. Информационная модель здания – это цифровая экономика в строительстве, которая может в себе содержать всю информацию о расходе бюджетных средств на строительство, этапах строительства, прозрачности всех процессов. На данном этапе мы значительно отстаем от зарубежных стран, ведь нам необходимо вообще пересмотреть все наши нормативные акты, модернизировать образовательный процесс. Сейчас известно, что конкурентоспособность образовательного учреждения зависит от качества подготовки выпускника, поэтому, насколько этот выпускник будет соответствовать требованиям рынка труда, настолько будет востребован данный вуз, настолько будет востребовано наше образование за границей, настолько будут востребованы наши специалисты [1]. На основании всего этого необходимо разработать новый подход в образовательном процессе по подготовке будущего специалиста с применением в обучении BIM-технологий.

**Концепция BIM на сегодняшний день** – это не просто новый метод проектирования, но и иной подход к строительству, оснащению, обеспечению эксплуатации, реконструкции, ремонту здания, управлению жизненным циклом здания, управлению окружающей нас средой. В общем, это новая технология строительства здания от А до Я, которая сможет скоординировать все процессы строительства, начиная с проектирования и заканчивая эксплуатацией здания, а также в дальнейшем экономического подхода к его ремонту или реконструкции.

Но не надо заблуждаться в том, что компьютер все решает и делает за человека – нет, это не так. Компьютер не обладает разумом, и в данной технологии нет нейронных сетей, все решения по проектированию, технологиям, материалам решает сам человек. Данный подход помогает ему сгруппировать весь имеющийся материал, собрать в единую систему и выдать на основе полученных данных тот самый готовый продукт информационного моделирования. Причем в данном подходе BIM заставляет работать всех специалистов через

одну информационную систему, тем самым уменьшает риск ошибки. Итак, все же что такое BIM?

Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model) – это числовая информация о существующем либо о проектируемом здании или сооружении, которая хорошо согласована, скоординирована и взаимосвязана, используется для принятия решений непосредственно по проектируемому объекту, создания необходимой проектной документации, умения предсказания технических и эксплуатационных качеств (свойств) объекта, составления строительных планов, смет, изготовления оборудования, материалов и их заказов, управления возведением, эксплуатацией, оснащением техническими средствами объекта в течение всего жизненного цикла, а также проектирования, реконструкции, ремонте, сносе, утилизации здания и иных связанных взаимодействий со зданиями [2].

На рисунке 1 представлена схема, непосредственно относящаяся к BIM, по которой видно, что поступающая информация в одну модель через BIM выходит в другую.



*Рисунок 1 – Схематическое представление информации через BIM*

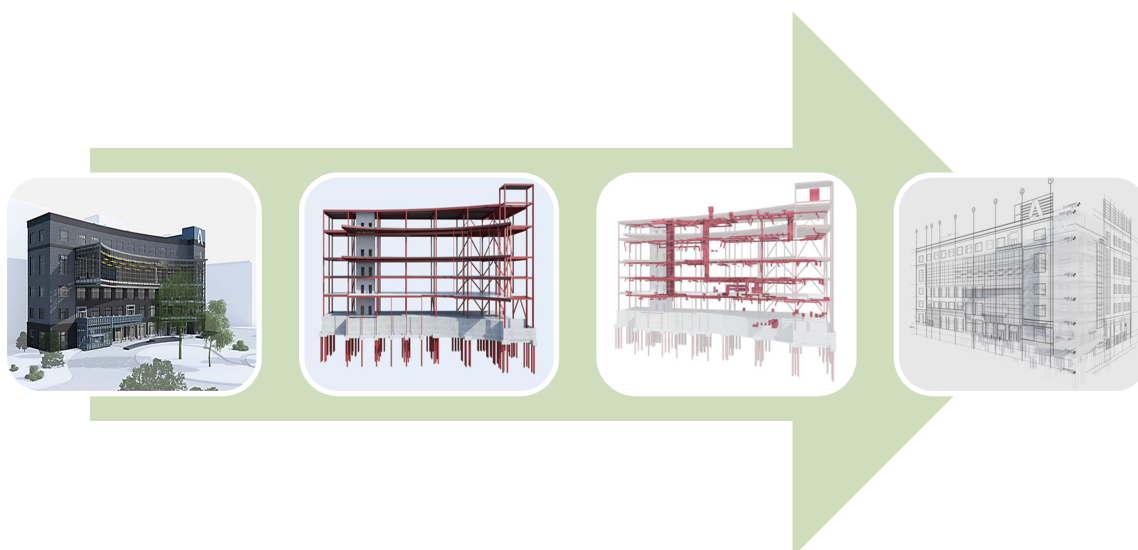
К основным задачам BIM относятся: создание модели будущего объекта; проектирование с использованием различных вариантов, технико-экономических показателей; размещение объекта строительства в существующую застройку; качественное проектирование; создание информационной модели объекта; коллективная работа различных участников проекта; координация

всех разделов проектирования и строительства; получение рабочей документации; взаимодействие проектного отдела со строителями; организация и управление строительством; составление календарного и сетевого графиков производства работ; расчет стоимости строительства; расчет в потребности материалов; осуществление строительного надзора; отслеживание динамики выполненных работ; сравнение плана и факта; контроль отклонений; оперативный поиск по объекту строительства; достоверная информация; связь с системами эксплуатации.

Проще говоря, BIM – это вся организованная информация о здании, которая может использоваться на стадии проектирования, строительства, реконструкции, эксплуатации, сноса здания.

Надо понимать, что применение данной технологии (подхода) облегчает работу с объектом и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими формами проектирования, а именно, в 3D-режиме объект собирается воедино, на основе имеющихся данных специалисты производят подбор, расчет, согласование компонентов и систем будущего здания с возможностью заранее проверить функциональность и жизнеспособность принятого решения, а также избежать мелких ошибок проектировщиков.

Информационная модель здания (BIM) – это современная технология проектирования XXI века, которая требует знания и понимания у молодых специалистов-строителей не только в области базовых расчетов, но и знания инструментов её реализации таких компьютерных программ, как Revit, ArchiCAD, Bentley Architecture, Allplan, Digital Project и других, без которых вся технология будет лишена смысла. Инструменты реализации BIM-технологии предназначены для разных специалистов: архитекторов, электриков, механиков, специалистов по инженерным сетям, проектировщиков зданий и сооружений, строителям (рис. 2).



***Рисунок 2 – Информационное моделирование здания различными специалистами (архитекторами, проектировщиками строительных конструкций, проектировщиками инженерных систем, строителями)***

Если провести анализ международного опыта применения BIM-технологий в строительстве, то можно увидеть активное внедрение этих технологий на гос-

ударственном уровне в таких странах, как США, Великобритания, Франция, Финляндия, Норвегия, Сингапур, Южная Корея, Китай.

Уже с 2014 года в странах Евросоюза были внесены изменения в директиву о госзакупках, в которой рекомендуется использование BIM-технологий в строительстве для эффективности расхода бюджетных средств, а также прозрачности строительства на всех этапах. Зарубежные аналитики отмечают, что внедрение технологии информационного моделирования в строительстве обеспечивает значительное сокращение расходов на строительство объектов до 30% и сокращение расходов на эксплуатацию объектов более 40% [3]. Помимо экономических выгод от применения технологии информационного моделирования, все это приводит к повышению конкурентоспособности предприятия за счет снижения рисков, повышения качества проекта и безопасности на объекте, повышения взаимосвязей между участниками проекта, автоматизации процесса. Это стало возможным благодаря государственной политике данных стран и их курсу по достижению целей развития в отрасли строительства.

Данная технология уже не впервые встречается у нас в России, и некоторыми крупными организациями давно уже используется в строительстве, но данные организации на основе моделирования используют нормативные правовые акты, документы зарубежных стран. И этот вопрос в России уже прорабатывается: Минстрой дал указание по созданию четырех сводов правил по информационному моделированию в строительстве. И по имеющейся информации, 11 октября 2017 года в России был зарегистрирован первый свод правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами», разработанный с целью использования технологий информационного моделирования на всех стадиях жизненного цикла зданий и сооружений. В нем прописаны общие принципы применения технологии информационного моделирования в производственно-технических отделах, требования к проектной информационной модели, необходимой для ее приемки у заказчика в начале производства строительных работ, требования к информационному наполнению модели в ходе строительных работ и правила передачи этой модели после завершения работ, а также определены уровни доступа к информационной модели для различных ролей процесса строительства [4].

**Предложения по подготовке кадров по BIM-технологиям.** При подготовке специалистов необходимо выделять такие направления, которые соответствуют современным требованиям, таким как междисциплинарные знания и способность к междисциплинарным обоснованиям проектных решений; способность системно и самостоятельно мыслить, выявлять и эффективно решать производственные задачи с использованием компетенций, освоенных в вузе; нацеленность на результативность профессиональной деятельности.

Образовательная программа должна быть разработана таким образом, чтобы студент получал знания, умения навыки в той же последовательности, как сформирован жизненный цикл строительного объекта, условно выделенный в следующие стадии: предпроект (предпроектное предложение, технико-экономическое обоснование), проект (эскизный проект, технический проект), рабочий проект и рабочая документация, строительство, управление и эксплуатация, ремонт и (или) реконструкция [5] (рис. 3).



*Рисунок 3 – Жизненный цикл объекта строительства*

На основе вышеизложенного возникает вопрос о создании в строительных высших учебных заведениях единой образовательной программы по направлению «строительство», в которой необходимо провести междисциплинарную интеграцию с созданием новой дисциплины – «Информационное моделирование зданий». Данный курс обучения предполагается ввести с начала обучения специальным дисциплинам. При выполнении сквозного курсового задания по данной дисциплине от объемно-планировочного решения здания до проекта организации его строительства с использованием BIM-технологий есть основания полагать, что студент получит не только глубокие теоретические навыки по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, но существенно их проработает и закрепит, а также получит целостное представление о многоэтапном проектировании и неразрывной связи всех технических элементов здания. Такой же подход необходимо ввести и на дипломном проектировании. Тем самым выпускники на рынке труда со временем станут востребованными не только в России, но и за границей, а также позволит выйти на новый уровень строительным компаниям.

**Заключение.** Для обеспечения строительной отрасли конкурентоспособности на мировом уровне перехода строительной индустрии на цифровую экономику необходимо ввести новую дисциплину в образовательный процесс, что позволит не только всесторонне изучить этапы строительства в целом, но и получить практические навыки в работе с BIM-технологиями. Тем самым технология информационного моделирования зданий войдет в нашу жизнь как обыденность.

#### **Список цитированных источников**

1. Курлапов, Д. В. Сравнительный анализ результатов инженерного расчета с расчетом в программном комплексе SCAD OFFICE / Д. В. Курлапов, Р. В. Терещенко, И. Н. Волос // Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций: материалы XVIII научно-методической конференции ВИТУ (13 марта 2014 года). ВИ(ИТ) ВА МТО (ВИТУ) – Санкт-Петербург, 2014. – С. 160–165.
2. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. – Москва, 2016.
3. План внедрения технологий информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling) в области промышленного и гражданского строительства – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblastipromyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva>
4. Аханов, В. С. Справочник строителя / В. С. Аханов, Г. А. Ткаченко. – Москва : Издательство «Феникс», 2004.
5. Козлов, И. М. Оценка экономической эффективности внедрения BIM – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.integralsib.ru/articles/vnedrenie\\_bim/economy](http://www.integralsib.ru/articles/vnedrenie_bim/economy)

**УДК 539.3+624.012.3**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕКРЫТИЯ НА ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*Курлапов Д. В., Дудурич Б. Б., Шок П. В., Гришук А. П.*

**Введение.** При проектировании и строительстве всё большего количества объектов используются перспективные современные технологии и средства. Одним из способов, позволяющих эффективно снизить габариты, материалоемкость и стоимость, а также повысить эксплуатационные характеристики, является возведение монолитных железобетонных зданий и сооружений с безбалочными перекрытиями и предварительно напряженной канатной арматурой без сцепления с бетоном.

Существует несколько проверенных методик по расчёту и проектированию подобных конструкций, однако ни одна из них не учитывает влияние предварительного напряжения одной конструкции на другую. Как правило, конструкции рассчитываются отдельно, что не даёт полной картины.

Для определения влияния предварительного напряжения арматуры перекрытия на другие элементы конструкции была создана конечно-элементная модель монолитного железобетонного здания в программном комплексе SCAD Office 11.5. Данная расчетная программа выбрана из-за ее доступности, широты распространения, соответствия СП и ГОСТ, кроме того, именно она предназначена для расчета сооружения в целом. Другие многофункциональные проектно-расчетные системы ориентированы на выполнение детальных проверочных расчетов отдельных несущих строительных конструкций в соответствии с действующими нормами [1].

Прочность преднапряженных железобетонных конструкций не зависит от величин предварительного напряжения арматуры. Поэтому расчет таких конструкций ничем не отличается от расчета на прочность железобетонных кон-